

Diagnóstico de aspectos productivos y ambientales en el cultivo de Aguacate Hass del Oriente Antioqueño

Juan Manuel Quiceno Rico,^a Santiago Londoño Chica,^a Govani Alfonso Mora Gaviria,^a Anibal Ricardo Molina,^a Marcela Giraldo Franco,^a Blanca Lucía Morales García,^a Catarina Pássaro Carvalho,^a Dayana Urán Montoyam,^b Gina Liceth Amortegui Espinosa^b

^a SENA, Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación - CIAA, Grupo de Investigación en Innovación y Agroindustria - GIIA, juanmqri@misena.edu.co, slondono944@misena.edu.co, gamorag@misena.edu.co, anibalrimo@hotmail.com, marcegirald@misena.edu.co, blmorales03@misena.edu.co, cpassaro@gmail.com
^b SENA, Tecnología en Control Ambiental, estefa.124hj@gmail.com, lizethaespinosa@gmail.com

Resumen

En la actualidad el cultivo de aguacate Hass ha venido creciendo en el país como respuesta al mercado internacional demandante. El Oriente Antioqueño, en respuesta a esta dinámica económica, ha respondido positivamente con el aumento en el número de unidades productivas de aguacate. Por este motivo y con el propósito de comprender algunos aspectos de la dinámica aguacatera de la región, se realizó un pequeño estudio diagnóstico basado en encuestas. Las preguntas estuvieron encaminadas a la recolección de información sobre producción y manejo fitosanitario-ambiental, con la cual se construyó una base de datos. La muestra evaluada correspondió en su mayoría a pequeños productores, sin embargo, dejó ver aspectos de inversión, rentabilidad e impactos ambientales en recursos como el agua, los bosques y la biodiversidad. En producción, se puede observar que la región es una buena proveedora de aguacate en especial al principio y mitad del año. A nivel ambiental es positivo la conservación de bosques naturales o plantados dentro de sus fincas. De igual forma, se identificó la utilización de muchos productos químicos sin registro ICA en los cultivos. Este diagnóstico deja claro que se deben llevar a cabo estudios a mayor profundidad y detalle para comprender adecuadamente todos los aspectos que giran alrededor del cultivo de aguacate Hass y ayudarán a potenciar el mercado.

Palabras clave: *Persea americana*, Antioquia, Encuesta, Producción, Ambiente.

1. INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill cv. 'Hass') es una fruta tropical de gran importancia en los mercados internacionales por sus propiedades organolépticas y funcionales (Acham, Ahemen, Ukeyima, & Girgih, 2018; Dreher & Davenport, 2013). Tanto es el interés por estos frutos, que se dedican en el mundo más de 550 mil hectáreas (ha) de tierra para su cultivo, llegando a reportar en el año 2017 una producción de casi 6.000.000 de toneladas (ton) de aguacate, 70% del cual se produce en América (FAOSTAT, 2019).

Como cultivar con alto potencial genético, el aguacate se ve influenciado por múltiples factores ambientales y agronómicos que pueden limitar o favorecer la eficiencia productiva. Aspectos como la combinación en el uso de la tierra, el trabajo y el capital, la organización o división del trabajo, la coordinación entre tiempos y movimientos, el acceso a créditos o la presencia de incentivos económicos, los procesos de educativos, los costos de producción, los precios de venta, la calidad de los productos, la asistencia técnica, la fitosanidad en el cultivo, la comercialización, la infraestructura productiva, el acceso a créditos, el cambio tecnológico o la especialización tecnológica; son ejemplos de ellos (Muñoz & Garnica, 2014; Rebolledo & Romero, 2011).

En términos ambientales, el cultivo de aguacate como cualquier otro sistema productivo agrícola hace uso de los servicios ecosistémicos del ambiente. Sin embargo, actividades como el uso del recurso hídrico, la descarga de materia orgánica, la contaminación con agroquímicos o las actividades en zonas no aptas a la vocación del suelo, son responsables del incremento de problemas como la erosión y sedimentación, de la afectación a cuerpos de agua, así como de la disminución de la productividad del cultivo o de los ecosistemas frágiles y estratégicos prestadores de servicios ambientales (Álvarez, 2008; Álvarez, Gilchrist, David, & Varón, 2014).

En Colombia, el cultivo de aguacate ha venido ganando importancia económica en los últimos años. Este fenómeno internacional, a la par de las condiciones agroclimáticas del país, ha favorecido la expansión en áreas cultivadas para dicho producto, lo cual llevó a que en el año 2018 se alcanzaran cerca de 60 mil ha cultivadas, con rendimientos cercanos a las 10 ton/ha (Agronet, 2019).

Antioquia destaca como uno de los departamentos de mayor producción y alto rendimiento en producción, con casi 12.000 hectáreas sembradas y más de 100.000 toneladas producidas en el año 2017 (Agronet, 2019). Entre los municipios que más le aportan a esos altos índices de Antioquia, se encuentra Sonsón, Abejorral, el Retiro y el Peñol, que perteneciendo a la subregión del Oriente Antioqueño, producen todos juntos más de 40.000 ton al año (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019).

Considerando entonces la importancia que tiene el Oriente Antioqueño como centro proveedor de aguacate Hass para el país y los mercados internacionales, la implicaciones sociales, económicas y ambientales de un cultivo y el poco conocimiento sobre las características de las unidades productivas de este frutal en la región, se propuso como objetivo central de este trabajo realizar un diagnóstico exploratorio enfocado en

observar algunos aspectos productivos y ambientales para algunas fincas productoras de aguacate Hass en la subregión del Oriente Antioqueño.

2. METODOLOGÍA

2.1 Área de Estudio

Esta investigación se realizó con agricultores asociados y no asociados, en su mayoría de pequeña escala, algunos con registro de predio exportador, de los municipios de Abejorral, Argelia, Cocorná, El Carmen de vival, El Peñol, Guarne, La Ceja, Marinilla, San Vicente Ferrer y Sonsón; quienes cultivan principalmente aguacate Hass. El rango de altura sobre el nivel del mar fue amplio, entre los 1.300 y los 2.550 m.s.n.m. Las temperaturas medias están entre los 13 °C y los 23 °C. La información se recolectó entre Julio de 2018 y Julio de 2019.

2.2 Recolección de Información

Se construyó un cuestionario con preguntas cerradas y semiabiertas con la finalidad de indagar sobre aspectos ambientales, financieros y productivos del cultivo de aguacate Hass y organizado en seis grupos de preguntas así: Información general, información de producción, información ambiental, información sobre fertilización, manejo de plagas y enfermedades, cosecha y postcosecha. A partir del cuestionario, se creó un instrumento de tipo encuesta semi-estructurada que fue distribuido en formato impreso o digital a 79 productores de la región del Oriente Antioqueño, aprovechando las estrategias formativas y extensionistas del Servicio Nacional de Aprendizaje en su Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación, como son los grupos de formación del programa Sena Emprende Rural (SER) y el programa de articulación con la media técnica (ASEM).

En la encuesta se valoraron diferentes indicadores para caracterizar las unidades de producción:

Información productiva del cultivo. Se indagó sobre el número y procedencia de las plantas en producción, organización de la siembra, tipo y procedencia de patrones empleados y algunos costos estimados de establecimiento, mantenimiento e ingresos por cosecha.

Información Ambiental. Se indagó sobre la presencia de bosque natural o plantado en la finca y el uso del recurso hídrico.

Manejo de Plagas y Enfermedades. Se indagó sobre los tipos y métodos de control de plagas y enfermedades recurrentes y de mayor impacto para cosecha o postcosecha.

2.3 Análisis de Información

Todas las respuestas fueron almacenadas en una base de datos construida en Excel. Posteriormente, la información se procesó con base en estadística descriptiva a partir de promedios y porcentajes, realizando una valoración cuantitativa y cualitativa.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la información aportada por las entrevistas, se extrajeron algunos elementos relevantes sobre producción, manejo ambiental y manejo de plagas y enfermedades por parte de unidades productivas de aguacate.

Información productiva del cultivo

Del 80% de los encuestados que respondieron preguntas relacionadas con la plantación, se encontró que más del 60% son pequeños productores con áreas de cultivo menores a 1 ha y solo alrededor del 3% son grandes productores con más de 10 ha (Figura 1a). Con relación a los volúmenes de fruta producidos al año, se encontró que casi el 60% de los productores que respondieron, están produciendo más de mil Kg/ha de fruta al año (Figura 1b).

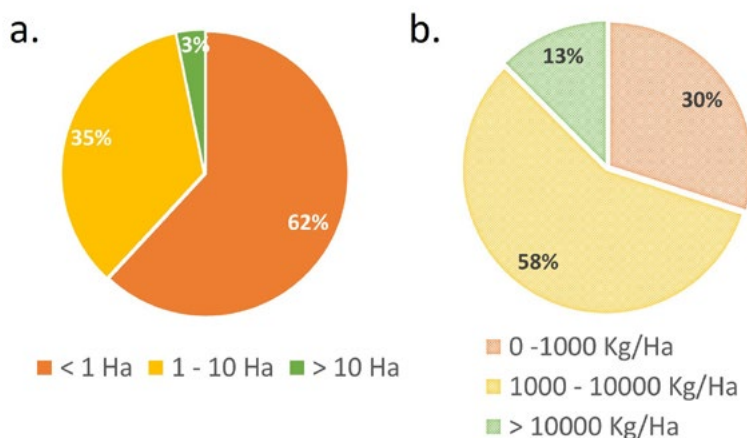


Figura 1. Área dedicada a cultivo (a) y estimativos de la última producción anual de aguacate Hass (b) en el Oriente Antioqueño.

Fuente: Elaboración propia (2019)

Una característica del aguacate es que la fruta puede permanecer colgada del árbol por varios meses sin alcanzar su madurez de consumo. Esta situación o ‘Factor árbol’ como es conocido, se debe a la presencia de inhibidores metabólicos de la maduración que viajan desde las hojas hasta los frutos donde cumplen la función de retrasar su desarrollo o madurez. Este fenómeno, implica que en un mismo momento se podrán encontrar frutos de diferentes estados de desarrollo, lo cual lleva a que la selección del fruto durante la cosecha no sea tan fácil. Por este motivo, la determinación del momento de corte se vuelve un factor clave para garantizar que la fruta logre una maduración adecuada, obtenga las características adecuadas de sabor y firmeza, se minimicen las pérdidas y se alcance una buena aceptación en el mercado (Bernal *et al.*, 2014; Hernández *et al.*, 2016).

Con el propósito de lograr la diferenciación de los aguacates durante la cosecha, se emplean comúnmente criterios como la longitud y diámetro del fruto, el cambio en el color y brillo de la cáscara, el tiempo de la fruta para desarrollarse, la respiración y producción de etileno, la firmeza de la pulpa, el porcentaje de aceite, entre otros. En los últimos años se ha extendido otra metodología más fiable denominada determinación de materia, una estrategia correlacionada con el contenido de aceites y que se emplea como indicador de madurez, indicador de calidad y además como parámetro decisi-

vo para la recolección de los frutos en cosecha. Además, es un proceso de fácil implementación en las fincas productoras y que, al estar fundamentado en la deshidratación controlada de la pulpa, le brinda al productor en la comodidad de su finca, herramientas para la toma de mejores decisiones sobre la cosecha (Bernal *et al.*, 2014; Carvalho, Velásquez, & Van Rooyen, 2014; Herrera-González, Salazar-García, Martínez-Flores, & Ruiz-García, 2017). En este aspecto, las encuestas dejan ver que a pesar de que existe un alto porcentaje (44%) de productores que no tienen conocimiento en cómo aplicar el método para determinar el porcentaje de materia seca, ésta estrategia al igual que los cambios visuales en el brillo del fruto, son los más empleados como criterios para la definición del momento de cosecha, con porcentajes de uso del 35% y 23%. Esta situación se puede explicar ya que más del 10% de productores dependen de las decisiones del agrónomo o del interés del cliente. De igual manera, entre los encuestados hubo más de un 10% que todavía no está en etapa productiva y no se ha enfrentado a la selección de aguacates para el mercado, teniendo en cuenta todos los aspectos de manejo necesarios para este fruto climatérico.

Las condiciones geográficas y agroclimáticas del país favorecen la producción del aguacate durante todo el año, en este sentido y para observar la influencia de características altitudinales y climáticas regionales, se cuestionó a los productores acerca de las épocas de la cosecha principal y de la travesía. Al respecto, se encontró que existe cierta variabilidad en los meses en que se dan cada una de las cosechas, aunque predomina que a finales o principios del año se da la cosecha principal y hacia mitad del año se da la travesía (Tabla 1). Esta variación puede estar relacionada con las diferencias agroclimáticas y altitudinales existentes entre los municipios, que además ha de influir sobre el rendimiento de los cultivos. De esta manera, se hace evidente la necesidad de ampliar el conocimiento con relación a los efectos que imponen las condiciones propias de cada municipio sobre la calidad y productividad de cultivares de aguacate Hass y así aportarle al desarrollo regional. Para los municipios de Abejorral, Guarne y la Ceja no se registró información relacionada en las encuestas.

Tabla 1

Distribución temporal de los períodos de Cosecha Principal y Travesía para productores de aguacate Hass en el Oriente Antioqueño

Municipio	Cosecha Principal		Cosecha Travesía	
	Desde	Hasta	Desde	Hasta
Argelia	Noviembre	Enero	Abril	Mayo
Cocorná	Mayo	Junio	Enero	Febrero
El Carmen de Viboral	Enero	Marzo	Junio	Agosto
El Peñol	Noviembre	Enero	Junio	Agosto
Marinilla	Diciembre	Marzo	Mayo	Octubre
San Vicente Ferrer	Diciembre	Febrero	Julio	Septiembre
Sonsón	Enero	Febrero	Junio	Agosto

Fuente: Elaboración propia (2019)

Condicionada por factores topográficos, edáficos y climáticos, la distribución espacial de las plantas en el terreno o densidad del cultivo es un aspecto relevante en la buena producción del aguacate Hass (Bernal et al., 2014; Zapata et al., 2018), razón que llevó a ser incluida en la encuesta. Al respecto, se encontró que la distancia de siembra más popular entre los encuestados y que está condicionando una densidad de 297 plantas / ha fue la de 6 m entre árboles con 6 m entre surcos (35%), seguida muy de cerca por la distancia de 7 m entre árboles con 7 m entre surcos (30%), condicionando una densidad promedio de 218 plantas / ha.

La edad de los árboles, condicionada por el manejo agronómico, es otra propiedad que influye en la productividad de un cultivo (Samaniego-Russo & Sánchez-Sánchez, 1999). La encuesta mostró que del 85% que respondió la pregunta, cerca del 30% eran productores que están en los primeros 3 años de trabajo con su cultivo, razón por la cual en su mayoría no tienen árboles en etapa productiva. Este valor, soporta el auge y popularidad que ha venido tomando la idea de establecer cultivos de aguacate Hass de exportación en el país. El resto de agricultores poseen cultivos heterogéneos (árboles con edades diferentes), 45% poseen árboles entre 4 a 6 años, 61% con más de 7 años y 46% con menos de 3 años, esto último explicado por expansiones o renovaciones en las áreas cultivadas.

Un aspecto imprescindible en el éxito de un cultivo comercial de aguacate es la elección de las variedades que se desean sembrar. Un buen procedimiento en este sentido, garantiza la continuidad en la producción, alargamiento de los períodos de cosecha, mayores volúmenes de producción, disminución en el riesgo de problemas ocasionados por plagas y enfermedades, mejor desarrollo del cultivo y mayor calidad de la fruta (Ríos-Castaño & Tafur-Reyes, 2003). En este aspecto, la encuesta mostró que a pesar de que existe una clara confusión entre los términos ‘Vivero Registrado’ y ‘Vivero Certificado’, del 65% que respondió la pregunta, más del 90% de los productores conoce al menos la localidad de donde proviene su variedad y el 20% asegura que el origen es de un vivero registrado ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Desde una perspectiva nutricional, el aguacate es una fruta con alto contenido calórico, rica en ácidos grasos mono y poliinsaturados, vitamina E, ácido ascórbico, vitamina B6, β -carotenos y potasio (Villa-Rodríguez, Molina-Corral, Ayala-Zavala, Olivas, & González-Aguilar, 2011; Dreher & Davenport, 2013). Con el objetivo de favorecer la uniformidad de sus propiedades nutricionales y organolépticas y por supuesto favorecer el éxito de un cultivo de aguacate para fines comerciales, se suelen emplear estrategias de propagación asexual efectuadas mediante injertación sobre plantas provenientes de semilla germinada. Estos portainjertos o patrones como se les conoce, se deben adaptar fácilmente a las condiciones edafoclimáticas de la zona de producción, razón por la cual se recomienda usar patrones locales o criollos, que al provenir del mismo ecosistema se adaptan fácilmente y favorecen el normal crecimiento de los árboles (Bernal et al., 2014; Cañas-Gutiérrez, Galindo-López, Arango-Isaza, & Saldamando-Benjumea, 2015).

De acuerdo a la encuesta, los productores de la región han adoptado dichas recomendaciones ya que se encontró que del 70% del público que respondió esta pregunta,

el 29% se inclina por utilizar patrones tipo Hass, otro 29% prefiere los Patrones Criollos y el 18% emplea patrones Reed, una variedad que junto con el hass es de las mejores para ser sembrada en condiciones de clima frío moderado en Colombia (1.800 a 2.600 m.s.n.m.) (Bernal et al., 2014). El 35% faltante se encuentra dividido en patrones como el Choquette, Colin, Fuerte, Nabal, Papelillo, Santana y Semil-40 (Figura 2). A pesar de la relevancia que tiene la procedencia del patrón para la productividad del cultivo, más del 60% de los entrevistados que respondieron la pregunta, manifestaron no conocerla. Es indispensable proponer trabajos encaminados a entender los efectos de los portainjertos sobre las características de los frutos cosechados, pues ya se ha evidenciado que la calidad del fruto también depende de este factor (Herrera-González, Salazar-García, Gutiérrez-Martínez, & González-Durán, 2013).

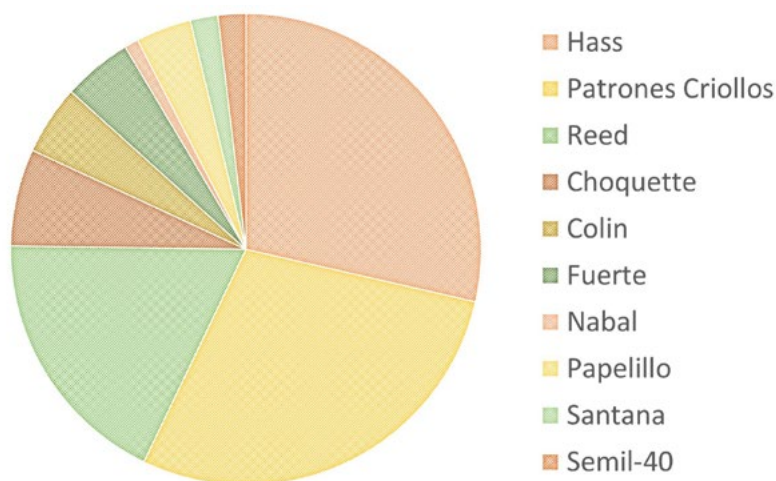


Figura 2. Tipo de Patrones empleados para el cultivo de aguacate Hass en la región del Oriente Antioqueño. Fuente: Elaboración propia (2019).

La eficiencia de un cultivo dependerá de elementos tales como el potencial genético de la especie cultivada, disponibilidad de agua, disponibilidad de nutrientes y el talento humano que se encargue del manejo, administración, control de plagas y enfermedades, etc. De esta manera, se deben considerar la existencia de costos directos como el arrendamiento de tierras, la adquisición de insumos, materiales, maquinaria, empaques, transporte, mano de obra, al igual que costos indirectos como seguros, servicios públicos, asesorías, licencias, publicidad, etc (Bernal et al., 2014). El análisis de costos sobre aspectos clave como el establecimiento y el mantenimiento anual del cultivo de aguacate Hass (Figura 3), mostró que para más del 50% de los productores entrevistados que respondieron esta pregunta, el costo aproximado para iniciar su cultivo podía superar los 10 millones de pesos colombianos (COP) por hectárea. Esto es justificable ya que para comenzar con el montaje de un cultivo se debe hacer la selección, limpieza, cercado, análisis de suelo y agua, trazado, ahoyado, siembra, plateo, fertilización, control fitosanitario, entre muchas más actividades, insumos, materiales y equipos que van

subiendo el costo de implementación del cultivo. Además, como en esta etapa todavía no hay ingresos, el impacto de la inversión es más evidente.

En términos de sostenimiento anual, el valor aproximado para más del 80% de los productores que respondieron la pregunta, superó el rango del millón de pesos y pudiendo llegar casi hasta los 100 millones COP, con un valor promedio de 18 millones COP (Figura 3). Este incremento es comprensible ya que a medida que las plantas van creciendo, los requerimientos en insumos, herramientas, materiales, mano de obra, administración, etc., van a ir subiendo. Solo hasta mantener constante o disminuir el valor de los costos totales e incrementar la productividad del cultivo, se podrá ver una ganancia real de la actividad productiva.

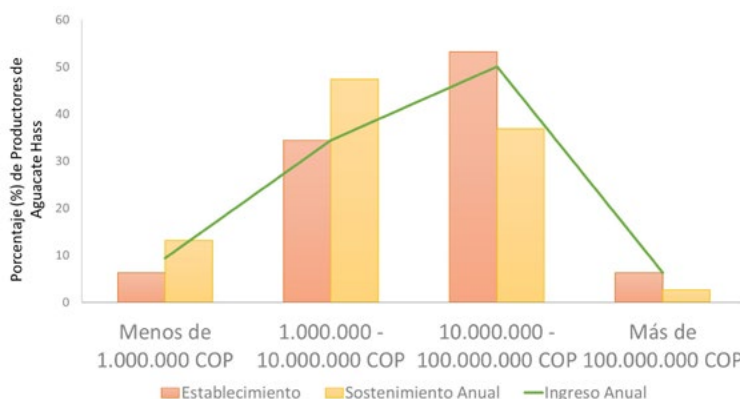


Figura 3. Costos promedio de Establecimiento, Sostenimiento e Ingresos para un cultivo de aguacate Hass en el Oriente Antioqueño.

Fuente: Elaboración propia (2019).

El desbalance que se observa entre el establecimiento y el sostenimiento para los dos primeros grupos (menos de 10 millones COP), puede estar correlacionado con el hecho de muchos de los entrevistados presentaban cultivos con edades menores a los 3 años o cultivos heterogéneos en edad, donde no todos árboles dan el rendimiento adecuado.

Para poder comprender la viabilidad de este tipo de cultivo, se analizó el valor de los ingresos anuales de los productores. Como se puede ver en la Figura 3, el 50% de los productores que respondieron la pregunta ganan al año más de 10 millones de COP, lo que se explica por la presencia de árboles con más de 4 años de edad en las unidades productivas, es decir con cultivos que están alcanzando sus mayores rendimientos.

3.1 Información Ambiental

Bosques

Todos los ecosistemas del planeta brindan beneficios, razón por la cual la dimensión ambiental en la agricultura tiene gran relevancia y es imposible desconocerla ya

que está constituido de ecosistemas agrícolas (Boyd & Banzhaf, 2007). La biodiversidad inherente en los agroecosistemas son los que proporcionan el alimento además de los medios para producirlos. Los organismos del suelo, polinizadores, enemigos naturales de plagas y enfermedades son algunos de los componentes de la diversidad agrícola, tan importantes como la diversidad misma de animales y plantas que se consumen. Adicionalmente, de esta combinación entre componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas agrícolas, surgen otros servicios ecosistémicos como la retención de carbono y la protección de las cuencas, razón por la cual es importante conservar la biodiversidad dentro de ellos (Jarvis, Padoch, & Cooper, 2011).

A la par de los beneficios propios del agroecosistema, la presencia de ecosistemas boscosos característicos de Colombia y de la región Antioqueña, también entran a jugar un papel fundamental en la proveeduría de servicios ecosistémicos. Los bosques y los árboles brindan beneficios al fortalecer los medios de vida, suministrar aire y agua limpios, conservar la biodiversidad y responder al cambio climático (Balvanera, 2012; FAO, 2018; IDEAM, 2019; WWF Colombia, 2019). Al indagar sobre la presencia de bosques naturales dentro de las fincas productoras de aguacate Hass en el Oriente Antioqueño, se encontró que del 80% de productores que respondieron la pregunta, cerca del 70% posee esta fuente de servicios ecosistémicos con áreas alrededor de las 2 ha en promedio. A pesar de que este resultado puede estar relacionado con la importancia cultural que ha tomado la interacción con paisajes históricos asociados a la agricultura o con el hecho de que muchas personas entran en contacto con la vida silvestre visitando fincas o sus alrededores (Jarvis et al., 2011); también ilustra claramente el panorama actual en pérdida de biodiversidad y cobertura boscosa a nivel nacional (IDEAM, 2019; WWF Colombia, 2019).

Una estrategia que ha surgido para mitigar la pérdida de bosques naturales ha sido el bosque plantado, una estrategia para la cual existen muchas preocupaciones frente a los posibles impactos negativos que pueda tener sobre la biodiversidad, ya que es común emplear una o pocas especies de árboles, se manejan como monocultivos, se manejan intensivamente o son cosechados con muy poca rotación (Barlow et al., 2007; Brockerhoff, Jactel, Parrotta, Quine, & Sayer, 2008). Entre los productores entrevistados, se encontró que un poco más del 20% cuenta con un área promedio de 2 ha dedicadas a este tipo de plantación, dentro o en los alrededores de su finca. Este resultado puede verse ligado a ciertas tendencias actuales de diversificación económica de los cultivos empleando especies maderables. La situación encontrada frente a bosques nativos y plantados es un indicador que podría ser usado para apoyar el desarrollo de iniciativas en pro de la recuperación de bosques naturales, pues se sabe que su afectación ha de traer consecuencias sobre la misma producción agrícola de alimentos (Taki, Yamaura, Okabe, & Maeto, 2011).

Agua

El agua es fundamental para el establecimiento y mantenimiento de los cultivos agrícolas pues es utilizada como insumo durante todo el proceso productivo. Es tan importante este recurso, que en el país se reportan demandas hídricas de más de 16.000

millones de m³/año, convirtiendo al sector agrícola en la esfera económica que más agua demanda y como consecuencia la que más huella hídrica (verde, azul, virtual) presenta (ENA, 2018). Con los resultados obtenidos de las encuestas, con un 53% de respuestas a esta pregunta, el volumen de agua promedio empleado por la mayoría de los productores de la región está alrededor de los 16.800 m³/año, siendo la principal fuente de este recurso el acueducto municipal o veredal y seguido de otras fuentes alternativas como quebradas (o ríos), afloramientos o combinación de todas (mixto) incluyendo el agua lluvia (Figura 4). Esta situación pone de manifiesto en primera instancia los desarrollos existentes en términos de infraestructura que favorecen la distribución de agua potable en los municipios; pero también deja claro lo buena que es la región como proveedora de servicios ecosistémicos con el recurso hídrico, razón por la cual se deberían crear mejores estrategias de conservación que favorezcan la disminución en la huella hídrica azul.

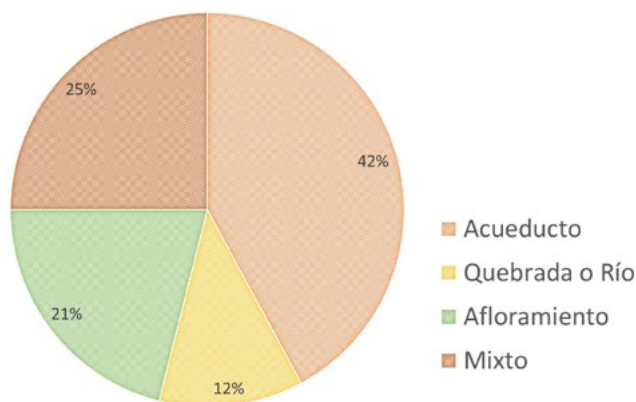


Figura 4. Procedencia del agua usada para un cultivo de aguacate Hass en el Oriente Antioqueño.

Fuente. Elaboración propia (2019)

Aunque normalmente las personas no son conscientes de ello, el agua de lluvia o agua verde como se le conoce, siempre se está utilizando en los cultivos. Cada vez que hay precipitaciones, parte del agua se almacena en el suelo como humedad y después es aprovechada por la vegetación en su crecimiento, la otra parte será utilizada por los ecosistemas estratégicos o podrá estar poco disponible debido a aspectos topográficos o a la presencia de asentamientos humanos. Independientemente de esto, el agua verde se constituye como un factor de producción esencial ya que se encarga de sostener el 90% de la agricultura nacional, dejando el 10% restante al agua azul (ENA, 2018).

3.2 Manejo de Plagas y Enfermedades

Las condiciones geográficas, climáticas y biológicas del Oriente Antioqueño lo convierten en un escenario formidable para la promoción y conservación de la biodiversidad (Quijano, 2016). Sin embargo, bajo la vocación agrícola del país, direccionada

con premisas de la revolución verde en la promoción de monocultivos, el territorio se ha transformado en un escenario de constantes batallas contra una parte alterada de la biodiversidad a la que se le denomina plaga o enfermedad. De esta manera, la alta presión que tienen las plagas y las enfermedades sobre la tasa de producción agrícola inherente a los modelos de desarrollo económico e industrial de la sociedad actual, ha llevado a que se empleen productos químicos plaguicidas de manera intensiva y extensiva, como una situación normal y medida eficaz para el control de insectos, malezas, enfermedades y otros organismos que afectan la productividad del campo (ENA, 2018).

La presencia, distribución, importancia cuarentenaria de organismos fitopatógenos o severidad de los daños ocasionados son factores limitantes para la productividad de un cultivo y son relevantes dependiendo del mercado (internacional o nacional) a donde estén dirigidos. Entre las principales plagas se encuentran aquellos con hábitos chupadores como chinches, trips, insectos escama y ácaros; y otros con hábitos mastigadores como los perforadores de frutos y semillas y los marceños (Téliz & Mora, 2007; Londoño, 2015).

Al analizar la muestra de productores del Oriente Antioqueño, se encontró que existe gran diversidad de plagas y enfermedades que los aquejan (Figura 5) y que si no son controladas adecuadamente pueden llevar a reducciones importantes en la calidad de los frutos cosechados, en la rentabilidad, productividad e incluso viabilidad del cultivo. Las plagas más recurrentes fueron los ácaros, trips y marceños con más del 70% de recurrencia y esto sin dejar de lado que la hormiga arriera y los chinches presentaron porcentajes superiores al 50%.

Insectos polípagos como los trips ocasionan raspaduras sobre el pericarpio del fruto que llevan a la formación de manchas de color café con aspecto corchoso y que también pueden favorecer el ingreso de otro tipo de patógenos al fruto. Su ataque en frutos pequeños también lleva a la generación de protuberancias venosas (Londoño, 2015; Rivera-Martínez *et al.*, 2017). Los ácaros son otra plaga que viene afectando los cultivos de aguacate desde hace muchos años, producen manchas de color pardo-rojizo en el haz de las hojas y clorosis en el envés. Su presencia puede traer como consecuencia la defoliación de los árboles y una reducción en la tasa fotosintética de las plantas infestadas (Marticorena & Berrío, 2014; Londoño, 2015). Los marceños son plagas nocturnas que afectan durante la época de fructificación, generando daños por raspadura sobre la cáscara del fruto que terminan convirtiéndose en cicatrices de color café (Londoño, 2015).

También es relevante la identificación de plagas cuarentenarias como barrenadores y pasadores de fruto en municipios como Cocorná, el Peñol, Guarne, Marinilla, San Vicente Ferrer, Sonsón; en donde más del 20% de los encuestados aseguró presentarlas. Los barrenadores son insectos que perforan los frutos y ovopositan en el interior. La larva se mueve a través de la pulpa hasta alcanzar la semilla donde se instala para alimentarse. Estos insectos ocasionan la pudrición de la pulpa, la pérdida de la semilla y hasta la caída de los frutos. Su presencia se debe reportar al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para hacer un manejo adecuado de la plaga y evitar su dispersión, pues la

sola identificación de estos insectos en un cultivo se puede convertir en limitante para la exportación hacia algunas regiones del mundo (Londoño, 2015). Estos datos ilustran la necesidad existente de conocer la prevalencia de las plagas y enfermedades de acuerdo a la zona cultivada, razón por la cual se requieren estudios que puedan potenciar el análisis y obtener resultados más contundentes, pudiendo tener en cuenta la movilidad natural de los organismos en presencia de los abundantes corredores biológicos o parches verdes que caracterizan el Oriente Antioqueño.

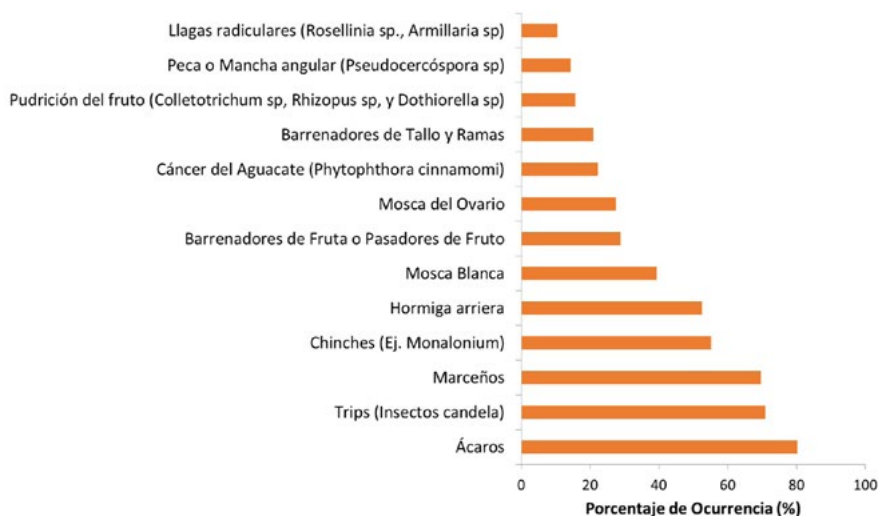


Figura 5. Plagas y Enfermedades que afectan a productores de aguacate Hass en el Oriente Antioqueño.

Fuente: Elaboración propia (2019)

Como medida de control y prevención, los productores deben emplear los plaguicidas. A pesar de que en promedio el 70% de los encuestados aseguró tener conocimientos o haber recibido capacitaciones en temas relacionados con el Manejo Integrado de Plagas, el uso de agroquímicos, el uso de equipos para aplicación de plaguicidas y reglamentación ambiental básica y conservación del medio ambiente, la información consignada en la Tabla 2 parece mostrar una situación un poco diferente.

Al revisar la lista de registros de plaguicidas químicos o de bioinsumos actualizado a Julio-Agosto del año 2019 ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), se nota que los agricultores emplean en el cultivo de aguacate una gran cantidad de productos que no aparecen registrados para este tipo de sistema productivo: AGRIFOS® 400 SL, APACHE 20 EC, DIVINO®250 EC, ESTELAR™ 1280 SL, LORSBAN 4 EC. Esta mala práctica agrícola, a la par de otras como la utilización de productos en exceso o la elección de tiempos inadecuados de aplicación bajo ideas como ‘a mayor cantidad de producto, menor efecto de la plaga o enfermedad’, ‘Si me sirve en el cultivo X, me sirve en el cultivo Y’; deja en evidencia el panorama existente frente al desconocimiento del código

internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas, además de la falta de capacitación, control y vigilancia sobre el uso de agroquímicos en los predios productores (Guerrero, 2003; FAO, 2006).

Esta mala praxis en el campo, de la mano con la toxicidad, estabilidad, persistencia, movilidad o volatilidad de principios activos de los plaguicidas, los ha convertido en un riesgo potencial para el ser humano y el ambiente en general (Guerrero, 2003; ENA, 2018). Los productos aplicados pueden permanecer en el alimento alterando su calidad (por ejemplo, si no se tiene en cuenta su Límite Máximo de Residualidad), o simplemente la influencia de la solubilidad en el agua favorece su llegada a las corrientes hídricas (superficiales o subterráneas) donde pueden alterar la biodiversidad del cuerpo de agua, generar intoxicaciones en seres humanos, bioacumulación en los sedimentos, eutrofización en cuerpos lénticos, entre muchas más (ENA, 2018).

El valor promedio de los gastos en Manejo de Plagas y Enfermedades, osciló en un costo cercano a los 2.000.000 COP, aunque para algunos productores de la región puede estar en más e 10.000.000 COP, teniendo incidencia en este aspecto el área cultivada y las características de la zona.

Aunque este diagnóstico no propició la adquisición de información necesaria para realizar estudios adecuados de impacto ambiental del uso de plaguicidas en los cultivos de aguacate Hass de la región, si es claro que queda sentada la necesidad de estudios más profundos y detallados donde se puedan obtener datos precisos sobre las dosis, el número de aplicaciones de cada agroquímico y demás información relevante que permita calcular adecuadamente el impacto ambiental que se está llevando a cabo para cada unidad productiva, tal y como existen reportes de estudios en otras regiones del país (Reina-Noreña, Mayorga-Cobos, Caldas-Herrera, Rodríguez-Valenzuela, & Varón-Devia, 2015).

Tabla 2

Productos Químicos Plaguicidas empleados por productores de Aguacate Hass en el Oriente Antioqueño

Nombre Comercial	Principio Activo	Registro ICA para Aguacate	Clase de Producto	Nombre Comercial	Principio Activo	Registro ICA para Aguacate	Clase de Producto
VERTIMEC 1.8 EC	Abamectina	Si	Insecticida Acaricida	ABASAC 1.8 EC	Abamectina	Si	Insecticida
MALATHION 57 EC ADAMA	Malathion	Si	Insecticida	ADN GREEN	Extracto de Sophora spp.	No	Agente de control Biológico
CITROEMULSION EC	Aceite Mineral	Si	Insecticida	ALBA-TROSS® 200 SC	Fipronil	Si	Insecticida

ALISIN	Extracto Ají - Ajo Limoneno disulfuro Ácido Nico- tínico Carotenoi- des Otros	No	Agente de control Biológico	ANTRASIN P.C.	Sulfato de Cobre Pentahi- dratado y Sulfato de Calcio	Si	Fungicida
EXALT 60 SC	Spinetoram	Si	Insecticida	ATTA-KILL	Sulflura- mida	No	Insecticida Hormigui- cida
PROTEUS® OD	Thiacle- pid y Deltame- trina	Si	Insecticida	CANDONGA 1.8 EC	Abamec- tina	Si	Insecticida
OBERON SPEED	Spiromesi- fen y Aba- mectina	Si	Insecticida	DIVINO®250 EC	Difenoco- nazole	No	Fungicida
ENGEO®	Thiame- toxan y Lamb- da-cyaltrotrín	Si	Insecticida	ESTELAR™ 1280 SL	Glifosato	No	Herbicida
AGRIFOS® 400 SL	Fosfito monopotá- sico y Dipot- tásico	No	Fungicida	KUMULUS® DF	Azufre	No	Fungicida
CLOSER™ 240 SC	Sulfoxaflo- r	Si	Insecticida	LORSBAN 4 EC	Clorpirifos	No	Insecticida
INVEPRID 350® SC	Imidaclo- pid	Si	Insecticida	MANZATE 200 WP	Mancozeb	Si	Fungicida
CALDO SUL- FOCÁLCICO	Azufre y Cal	No	Insecticida Acaricida Fungicida	NILO® 300 SC	Imidaclo- pid Bifen- trina	Si	Insecticida
APACHE 20 EC	Ciperme- trina	No	Insecticida	OBERON® SC 240	Spirome- sifen	Si	Insecticida
CATOMBE 1.8 EC	Abamectina	No	Acaricida	OXICLORU- RO DE CO- BRE AL 35% DIABONOS	Oxicloruro de Cobre al 35%	No	Fungicida

DIMETOATO RAINBOW 400 EC	Dimethoate	No	Insecticida	REQUIEM SC	Tiame- toxam Lambda- cihalo- trina	No	Insecticida
MAGISTER 200 SC	Fenazaquin	No	Acaricida	VERTISOL	Lecani- cillium (=Verti- cillium lecani)	No	Agente de control Biológico
RUTINAL	Ruda	Si	Agente de control Biológico	SANTIMEC	Abamecti- na y pyri- daben	Si	Insecticida Acaricida
RIDOMIL® GOLD MZ 68 WP	Metalaxyl-M Mancozeb	Si	Fungicida	SCORE® 250 EC	Difenoco- nazole	No	Fungicida
ROXION 400CE	Dimetoato	No	Insecticida Acaricida	YODOSAFER SL	Polivinil pirrolido- na	Si	Fungicida
SAFERMIX WP	Metar- hizium anisopliae Bacillus thuring- iensis var kurstaki	Si	Agente de control Biológico	PURÍN DE ORTIGA	Urtica dioica L	No	Repelente y bioestimu- lante
CALDO DE CENIZA	Ceniza y jabón	No	Insecticida Fungicida	JABÓN POTÁSICO	Sal Potá- sica	No	Insecticida

Fuente: Elaboración propia (2019)

A pesar de que la mayoría de los productos empleados son de origen sintético, hay que destacar que existen prácticas de producción más tradicional u orgánica, como son el uso de purines o caldos de ceniza. De igual forma también se observó la incorporación de productos registrados como bioinsumos y que incorporan agentes de control biológico. Estudios posteriores al respecto, podrán ayudarnos a encontrar los efectos benéficos que trae el uso de estos productos para una región plagada de productos químicos sintéticos de alta toxicidad y permanencia.

4. CONCLUSIONES

Los estudios diagnósticos son estrategias importantes porque permiten dilucidar situaciones o contextos generales, de manera que facilitan la promoción de propuestas o proyectos de investigación más detallados en áreas específicas.

El panorama general sobre algunos aspectos del cultivo de aguacate Hass en la subregión del Oriente Antioqueño mostró que existe gran abundancia de pequeños productores donde la economía familiar depende en gran medida del cultivo de aguacate. De hecho, se encontró con varios productores con cultivos en edades menores a los tres años, lo que muestra el resultado de la promoción actual que se hace para la implementación de nuevos cultivos de aguacate, que va muy de la mano con las consideraciones económicas potenciales que este tipo de cultivo tiene a largo plazo.

A pesar de que existe una amplia diversidad en las especies de aguacate que se pueden usar como portainjertos, en la región prevalece la elección por las variedades Hass, Reed y Criollo para este propósito, lo cual puede estar relacionado con las ventajas adaptativas a las condiciones agroclimáticas y edáficas de la región.

De acuerdo a los datos de producción, se puede observar que la región se constituye en una buena proveedora de aguacate en especial en épocas como el principio y mitad del año.

Ambientalmente es positivo que un alto número de productores promueve la conservación de bosques naturales o plantados dentro de sus fincas, ya que esto se constituye en centro de conservación de biodiversidad necesario en procesos como la polinización y el control natural de plagas. De igual manera, se pueden constituir como ecosistemas estratégicos para la conservación del agua en quebradas, ríos o afloramientos.

Como todo cultivo agrícola, el aguacate necesita una buena fuente de agua y de preferencia cerca al área productiva. Cuando no se tiene la disponibilidad del recurso o no hay buena calidad en el mismo, el agua de acueducto puede solventarlo, tal y como les sucede a muchos productores de la región. Sin embargo, se debe tener en cuenta que esto se convertirá en un gasto más y debe ser considerado en el balance económico de la producción, al igual que los gastos derivados del manejo integrado de plagas y enfermedades.

Para los productores, los costos del control de plagas y enfermedades pueden llegar a 2.000.000 COP en promedio anual. Sin embargo, al observar la cantidad de plaguicidas químicos que se utilizan, muchos de ellos sin registro ICA, los costos se pueden incrementar al momento en que se supere un Límite Máximo de Residualidad y todo un lote sea rechazado por el mercado.

Este diagnóstico deja claro que se deben llevar a cabo estudios a mayor profundidad y detalle para comprender adecuadamente todos los aspectos que giran alrededor del cultivo de aguacate Hass y ayudarán a potenciar el mercado.

Agradecimientos

Los Autores agradecen al Sistema de investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA por la financiación del proyecto “Determinación de períodos de carencia para pesticidas de uso común en el cultivo de Aguacate Hass de exportación en el Orien-

te Antioqueño”, del cual se derivaron los resultados de este trabajo. También agradecen a los productores, instructores, aprendices y demás personal que participaron en el estudio.

REFERENCIAS

- Acham, I. O., Ahemen, S., Ukeyima, M. T., & Girgih, A. T. (2018). Tropical Fruits: Bioactive Properties and Health Promoting Benefits in Chronic Disease Prevention and Management. *Asian Food Science Journal*, 1-13.
- Agronet (Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario Colombiano). (2019). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Estadísticas agropecuarias. Estadísticas agrícolas. Producción de aguacate, área sembrada, rendimiento por hectárea. Recuperado de: <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1> [Julio 14, 2019]
- Álvarez, C. F. (2008). Sistemas de certificación ambiental para la extensión tecnológica, la competitividad y el desarrollo rural. *Producción más limpia*, 3(2), 61-87.
- Álvarez, C. F., Gilchrist, E., David, C. A., & Varón, L. M. (2014). Evaluación ambiental de actividades agropecuarias de pequeños productores en el municipio de Angelópolis (Antioquia, Colombia). *Journal of agriculture and Animal Sciences*, 3(1):8-21.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2).
- Barlow, J., Gardner, T. A., Araujo, I. S., Ávila-Pires, T. C., Bonaldo, A. B., Costa, J. E., ... & Hoogmoed, M. S. (2007). Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(47), 18555-18560.
- Bernal, J., Díaz, C., Osorio, C., Tamayo, A., Osorio, W., Córdoba, O., ... & Caicedo, A. (2014). *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica. Recuperado de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12616/68164_64855.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Agosto 21, 2019].
- Boyd, J., & Banzhaf, S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological economics*, 63(2-3), 616-626.
- Brockerhoff, E. G., Jactel, H., Parrotta, J. A., Quine, C. P., & Sayer, J. (2008). Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodiversity and Conservation*, 17(5), 925-951.
- Cañas-Gutiérrez, G. P., Galindo-López, L. F., Arango-Isaza, R., & Saldamando-Benjumea, C. I. (2015). Diversidad genética de cultivares de aguacate (*Persea americana*) en Antioquia, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), 129-143.
- Carvalho, C. P., Velásquez, M. A., & Van Rooyen, Z. (2014). Determination of the minimum dry matter index for the optimum harvest of 'Hass' avocado fruits in Colombia. *Agronomía Colombiana*, 32(3), 399-406.
- Dreher, M. L., & Davenport, A. J. (2013). Hass avocado composition and potential health effects. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(7), 738-750.

- FAOSTAT. (2019). Producción de Aguacate por año en Colombia. Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> [Julio 14, 2019].
- Guerrero, J. A. (2003). Estudio de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas en áreas específicas de Colombia. *Agronomía Colombiana*, 21(3), 198-209.
- Hernández, I., Fuentealba, C., Olaeta, J. A., Lurie, S., Defilippi, B. G., Campos-Vargas, R., & Pedreschi, R. (2016). Factors associated with postharvest ripening heterogeneity of 'Hass' avocados (Persea americana Mill). *Fruits*, 71(5), 259-268.
- Herrera-González, J. A., Salazar-García, S., Gutiérrez-Martínez, P., & González-Durán, I. J. L. (2013). El comportamiento poscosecha de frutos de aguacate 'Hass' es influenciado por el portainjerto. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(1), 19-32.
- Herrera-González, J. A., Salazar-García, S., Martínez-Flores, H. E., & Ruiz-García, J. E. (2017). Indicadores preliminares de madurez fisiológica y comportamiento poscosecha del fruto de aguacate Méndez. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(1), 55-63.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2019). Ecosistemas. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas> [Agosto 30, 2019].
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018*. Bogotá: Ideam.
- Jarvis, D. I., Padoch, C., & Cooper, H. D. (Eds.). (2011). *Manejo de la Biodiversidad en los Ecosistemas Agrícolas*. Publicado por Bioversity Internacional.
- Londoño, M. E. (2015, Julio). Manejo Integrado de Plagas en aguacate. En E. Becerra (Presidencia), 42° Congreso Colombiano de Entomología SOCOLEN. Congreso dirigido por la Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Marticorena, J. L. M., & Berrío, A. R. (2014). Ácaros asociados al cultivo del aguacate (Persea americana Mill) en la costa central de Perú. *Agronomía Costarricense*, 38(1), 215-221.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). *Cadena Productiva Aguacate - Área, Producción y Rendimiento*. Recuperado de <https://www.datos.gov.co/Agricultura-y-Desarrollo-Rural/Cadena-Productiva-Aguacate-Area-Produccion-y-Rendimiento/ddse-euqv>.
- Muñoz, B. B., & Garnica, A. G. (2014). Factores que limitan la posibilidad de elevar la eficiencia de las organizaciones productoras de aguacate: el caso del municipio de Tetela del Volcán, Morelos. *Entreciencias: Diálogos en la sociedad del conocimiento*, 2(4), 183-196.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (2006). Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-a0220s.pdf> [Agosto 31, 2019].
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (2018). El estado de los Bosques del Mundo. Recuperado de: <http://www.fao.org/state-of-forests/es/> [Agosto 31, 2019].
- Quijano, M. A. (2016). *Flora del Oriente Antioqueño: Biodiversidad, ecología y estrategias de conservación*. Bogotá: Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente.
- Reina-Noreña, J., Mayorga-Cobos, M. J., Caldas-Herrera, S. J., Rodríguez-Valenzuela, J., & Varón-Devia, E. H. (2015). El problema de la peca en cultivos de aguacate (Persea americana Mill.) del norte del Tolima, Colombia. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(2), 265-278.

- Rebolledo, A., & Romero, M. A. (2011). Avances en investigación sobre el comportamiento productivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) bajo condiciones subtropicales. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(2), 113-120.
- Ríos-Castaño, D., & Tafur-Reyes, R. (2003). Variedades de aguacate para el trópico: caso Colombia. En V Congreso Mundial del Aguacate, Actas (Vol. 1, pp. 143-147).
- Rivera-Martínez, R., Ramírez-Dávila, J. F., Rubí-Arriaga, M., Domínguez-López, A., Acosta-Guadarrama, A. D., & Figueroa-Figueroa, D. K. (2017). Modelización espacial de trips (Insecta: Thysanoptera) en el cultivo de aguacate (*Persea americana*). *Revista Colombiana de Entomología*, 43(2), 131-140.
- Samaniego-Russo, J. A., & Sánchez-Sánchez, E. (1999). Crecimiento y Producción de cuatro cultivos de Aguacate (*Persea americana* Mill.), en el sur de Sonora, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5, 61-66.
- Taki, H., Yamaura, Y., Okabe, K., & Maeto, K. (2011). Plantation vs. natural forest: Matrix quality determines pollinator abundance in crop fields. *Scientific Reports*, 1(132), 1-4.
- Téliz, D., & Mora, A. (2007). El aguacate y su manejo integrado. México, DF: Mundi-Prensa
- Villa-Rodríguez, J. A., Molina-Corral, F. J., Ayala-Zavala, J. F., Olivas, G. I., & González-Aguilar, G. A. (2011). Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of 'Hass' avocado. *Food Research International*, 44(5), 1231-1237.
- WWF Colombia (Fondo Mundial para la Naturaleza Colombia). (2019). *Bosques, riqueza para Colombia*. Recuperado de: http://www.wwf.org.co/que_hacemos/bosques/ [Agosto 30, 2019].
- Zapata, J. E., Tobón, J. D., Patiño, H. I., Palacios, E. H., Mejía, C. A., Marín, H. D., Machado, C. A., & Alcaraz, E. (2018). *El cultivo de aguacate (Persea americana) en el Occidente de Antioquia: Establecimiento del Cultivo*. Santa Fe de Antioquia, Antioquia: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).